



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Físicas

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

**Permeabilidad in situ en los ejes de presas y túnel de
derivación del Complejo Hidroeléctrico Arazá**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Jesús Alexis AREQUIPEÑO HUERTA

ASESOR

Douglas Donal SARANGO JULCA

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Arequipeno, J. (2017). *Permeabilidad in situ en los ejes de presas y túnel de derivación del Complejo Hidroeléctrico Arazá*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS
MODALIDAD (M-1)

Siendo las 17:00 horas del día miércoles 04 de octubre de 2017, en el Aula 205 de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, bajo la presidencia del Dr. ARÍSTIDES SERRUTO COLQUE y con la asistencia del asesor MSc. Ing. DOUGLAS SARANGO JULCA, y miembros Ing. JOSÉ JUÁREZ CÉSPEDES e Ing. WILLIAM CHAUCA NOLASCO de conformidad con la Resolución Rectoral N° 01934-R-02 que aprueba las diferentes modalidades de Titulación Profesional, se dio inicio a la Sesión Pública de Sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, del Bachiller.

JESÚS ALEXIS AREQUIPEÑO HUERTA

Dando lectura al Resumen del Expediente, el Presidente del Jurado, invita al Bachiller JESÚS ALEXIS AREQUIPEÑO HUERTA a realizar la Exposición del Trabajo de Tesis titulada: "PERMEABILIDAD IN SITU EN LOS EJES DE PRESAS Y TÚNEL DE DERIVACIÓN DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO ARAZA".

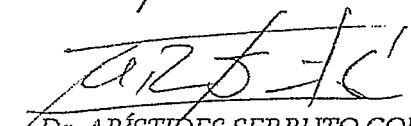
Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado, el Presidente del mismo, invitó al Bachiller a abandonar momentáneamente la Sala de Sesión para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado.

Al término de la deliberación del Jurado, se invitó al candidato a regresar a la Sala de Sesión, para dar lectura a la calificación obtenida por el Bachiller, la misma que es:

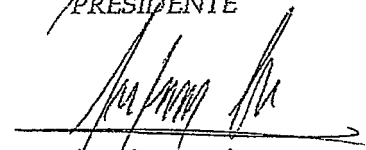
DIECISEIS 16


El Presidente del Jurado Dr. ARÍSTIDES SERRUTO COLQUE, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller JESÚS ALEXIS AREQUIPEÑO HUERTA, Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 18.36 horas del mismo día, se levanta la sesión.


Dr. ARÍSTIDES SERRUTO COLQUE
PRESIDENTE


MSc. Ing. DOUGLAS SARANGO JULCA
ASESOR


Ing. JOSÉ JUÁREZ CÉSPEDES
MIEMBRO


Ing. WILLIAM CHAUCA NOLASCO
MIEMBRO

RESUMEN

Este trabajo de Tesis, titulada “Permeabilidad In Situ, en los Ejes de las Presas y Túnel de Derivación del Complejo Hidroeléctrico Araza”, se desarrolló en base a nueve capítulos, que se detallan a continuación.

En el **Capítulo I**, se hace referencia a los objetivos y el plan de investigación, tipos de ensayos, cantidad de ensayos, y la ubicación de estos. En el **Capítulo II** se describe el marco teórico de sustento, como es la descripción de acuíferos y sus propiedades hidrogeológicas como por ejemplo la porosidad. Introduciendo los aspectos matemáticos como la ley de Darcy, que son de utilidad para la determinación de las ecuaciones de flujo y sus derivados, así como la descripción de la permeabilidad en el macizo rocoso y el tipo de perforación a realizarse, así como los ensayos tipo Lugeon y Lefranc para la determinación de la permeabilidad.

En el **Capítulo III**, se describe las características del área de estudio y los sitios de aplicación de los ensayos antes mencionados, la información hidrometeorológica con que cuenta el área en mención, como son la evaporación, precipitación, la geología y sus propiedades. De igual forma se presenta un resumen de las características de los proyectos de las centrales hidroeléctricas Limacpunco, Ttio y Capiri, que forman parte

del complejo hidroeléctrico Araza, en la cuenca del río Araza, cuya generación de electricidad será evacuada al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional - SEIN. Las casas de máquinas de las tres centrales contarán con tres turbinas tipo Pelton cada una, las cuales permitirá aprovechar un caudal de diseño de 17 m³/s en la CH Limacpunco, y 30 m³/s tanto para las centrales Ttio y Capiri.

El **Capítulo IV**, se centra en el estudio de los implementos necesarios para el desarrollo de los ensayos de permeabilidad In-Situ, tipo Lugeon y Lefranc, desde la mano de obra, hasta los instrumentos necesarios con los que se ejecutó la investigación. Se presenta también la metodología de trabajo en lo que respecta a la ejecución de estos ensayos, desde la perforación, instalación de los instrumentos para los ensayos ejecutados y la obtención de la permeabilidad, usando las ecuaciones propuestas en por Lambe Whitman, siendo un proceso de toma de datos de campo hasta el tratamiento numérico, desarrollado en el capítulo II. Para cada una de las estructuras del complejo hidroeléctrico Araza.

Capítulo V, presenta los resultados obtenidos de los ensayos tipo Lefranc y Lugeon para la determinación de la permeabilidad en los ejes de las presas, portal de entrada del túnel de conducción y eje del conducto de la tubería forzada. Se da importancia a la experiencia en la ejecución de estos ensayos, se presentan puntos de discusión e inconvenientes descritos para cada ensayo de permeabilidad In-Situ realizados.

En el **Capítulo VI** se presentan las conclusiones que se llegaron en función de los resultados de las investigaciones de campo, así como de gabinete, dando finalmente los valores de permeabilidad para cada uno de los sitios de interés de cada una de las

principales estructuras hidráulicas de las centrales hidroeléctricas Limacpunco, Ttio y Capiri.

Capítulo VIII contiene la bibliografía consultada para el desarrollo de la presente tesis.

El **Capítulo IX**, contiene los Anexos de la tesis, los mismos que contienen planos de ubicación, un álbum fotográfico, los certificados de calibración de los instrumentos que se usó en los ensayos, los testigos de perforación y los formatos o protocolos de ensayos tanto para Lefranc y Lugeon.